

鉄道一般
車両
施設
電気
運転・輸送
防災
環境
人間科学
浮上式鉄道

鉄道の降灰対策に公的情報を利用する

火山噴火にともなう事象は多岐にわたりますが、このうち降灰は、鉄道においてもさまざまな影響を与えられ考えられます。そこで、降灰による鉄道の被災事例、対策事例を整理したうえで、降灰に起因する事象の中でもとくに鉄道の安全に関わる事象にあげられる、短絡不良やがいしの絶縁性能低下が生じる条件を実験的に明らかにしました。また、火山噴火への備えや噴火時の対応に資することを目的として近年整備されつつある、火山ハザードマップや降灰予報などの公的情報を活用した鉄道の降灰対策について紹介します。



河村 祥一
Shoichi Kawamura
防災技術研究部
地質研究室
研究員



浦越 拓野
Takuya Urakoshi
防災技術研究部
地質研究室
主任研究員



西金 佑一郎
Yuichiro Nishikane
防災技術研究部
地質研究室
研究員



寺田 夏樹
Natsuki Terada
信号・情報技術研究部
信号システム研究室長



小西 武史
Takeshi Konishi
電力技術研究部
き電研究室
主任研究員

はじめに

日本には、111の活火山が存在しており、50の活火山については、今後100年程度の中長期的な噴火の可能性および噴火時の社会的影響を踏まえ、常時観測の対象となっています。火山活動は火山性地震、降灰、火砕流など多様な現象を発生させ、これらが社会に与える影響は多岐にわたります。これらのうち降灰は、風によって火山灰が遠方まで運ばれ、その影響も広範囲に及ぶと考えられます。

鉄道においても、火山活動にともなう降灰は、土木施設、電気施設、車両、運輸などのさまざまな分野に影響を与えると予想されます。そこで、降灰による鉄道への影響の実態を把握することを目的として、被災事例と対策事例を収集し、整理しました。また、収集した被災事例のうち、降灰による軌道回路(☞参照)の短絡不良およびがいしの絶縁性能低下に焦点をあて、降灰が及ぼす影響を実験により検討しました。

さらに、火山ハザードマップや降灰予報などの公的情報は、火山噴火への備えや噴火時の対応に活用できると考

えられます。事例収集結果と実験結果とを踏まえた公的情報の降灰対策への活用方法について紹介します。

鉄道における降灰の影響

降灰による鉄道の被災事例および対応事例を、分野ごと(施設、信号・通信、き電、車両、運輸)に整理した結果を図1にまとめました。軌道の埋没や分岐器の転換不能、軌道回路の短絡不良、踏切の誤作動、がいしの絶縁性能低下、機械への侵入による動作不良、視界の悪化など、降灰は鉄道の各分野にさまざまな影響を及ぼし得ることがわかります。降灰後の対策は清掃のほか、踏切の無遮断での列車通過の防止を目的とした鳴動確認や、分岐器の状態確認を目的とした線路構成試験が実施されています。

ここで紹介した事例のうち、実験的

☞ 軌道回路

2本のレール間に電圧を印加し、列車の輪軸に電流が流れる(短絡すること)を利用して、列車を検知します。このようにレールを電気回路の一部として利用し列車を検知する装置です。

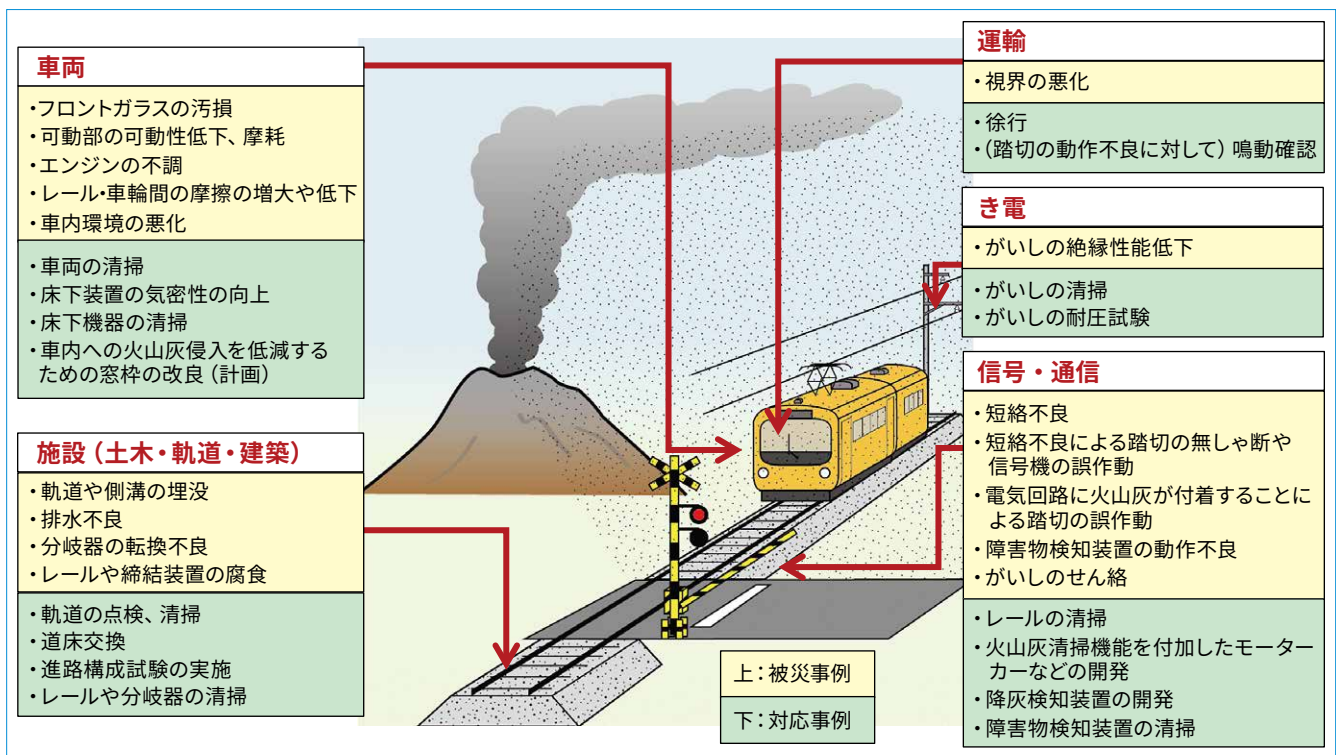


図1 降灰にともなう鉄道の被災事例と対応事例¹⁾

に明らかとなった軌道回路およびがいしへの降灰の影響を以下に紹介します。

降灰の軌道回路への影響

火山灰が軌道短絡に及ぼす影響を調べるために、鉄道総研の試験線でレール上に火山灰を散布し、実際に車両を走行させる実験を行いました。

図2は実験を模式的に示したものです。例えば乾燥状態の火山灰を1mmの厚さで散布した場合、散布区間に車両が侵入しても、火山灰が通電を阻害するために軌道回路が短絡されず、列車が検知されませんでした。その後、車両が火山灰の散布区間を通過すると、軌道回路が短絡して列車を検知できるようになりました。

以上の実験を、乾燥状態の火山灰と湿潤状態の火山灰を用い、レール上に散布する厚さを変えながら実施し、結果をまとめました(表1)。

実験の結果、レールが0.025mmの厚さの火山灰に覆われると、ごく短時間の不短絡(あおり)が発生し、0.05mm

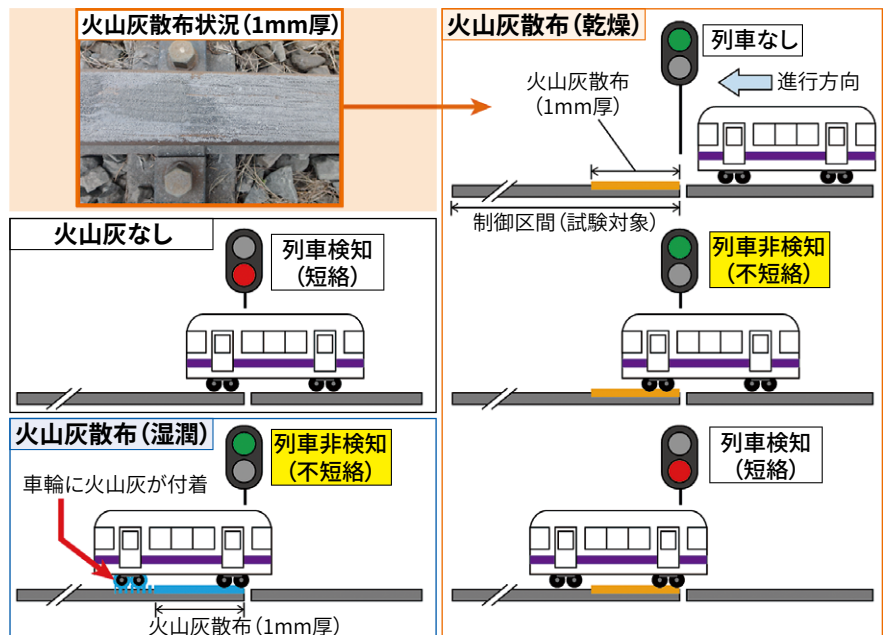


図2 火山灰の軌道回路への影響に関する試験の例(模式図)

表1 火山灰の軌道回路への影響に関する試験結果

火山灰の状態		乾燥		湿潤	
		散布区間内	散布区間外	散布区間内	散布区間外
火山灰の厚さ (mm)	1	不短絡	短絡	不短絡	不短絡
	0.5	不短絡	短絡	不短絡	あおり
	0.1	不短絡	短絡	不短絡	あおり
	0.05	不短絡	短絡	不短絡	あおり
	0.025	あおり	短絡	あおり	短絡



図3 火山灰を散布したがいしの例



図6 がいしの絶縁性能の低下によるアークの発生状況(模擬試験)

火山灰 付着範囲	なし	上1/4	上全面	上下1/4	上下全面
上面					
下面					

図4 火山灰の散布面積の条件

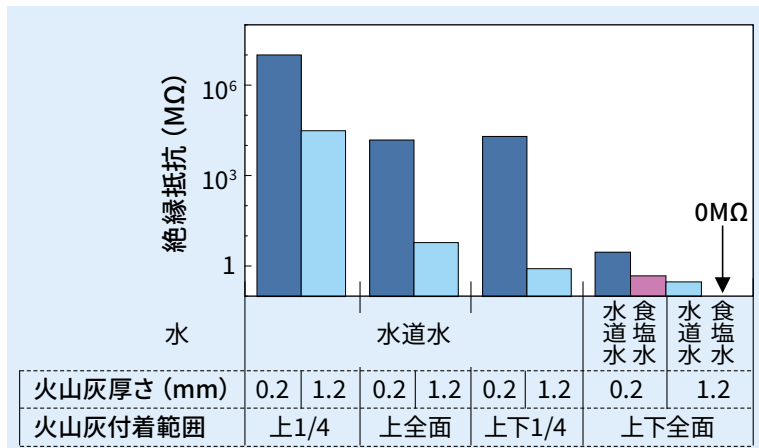


図5 火山灰のがいしへの影響に関する試験結果 (φ180mm 磁器製のがいしの例)

以上の厚さでは継続的な不短絡が発生しました。また、湿潤状態の火山灰では、火山灰が車輪に付着するために、火山灰散布区間外であっても、不短絡やあおりが発生する場合があります。なお、これらの実験は風のない日に、人工的にレール表面に火山灰を散布し、10km/h程度の低速で実施しております。そのため、実際には0.05mm以上の火山灰が堆積しても、正常に短絡する場合がありますと考えられます。

降灰のがいしへの影響

火山灰を散布したがいしに高電圧を付加することで、火山灰ががいしの絶縁性能に及ぼす影響を調べました(図3)。がいしに付着させる火山灰の厚さと面積、含ませる液体(水道水または食塩水)を変えて試験を実施しました(図4)。試験結果を図5に示します。実験の結果、例えば磁器製のがいしの場合、がいしの上下両面に1.2mmの厚さの火山灰を散布した場合に、絶縁抵抗の低下が顕著に認められました。

実際に使用されているがいしの両面に火山灰が堆積するケースとしては、がいしを横に吊る場合などが考えられます。さらに、水道水を含んだ火山灰と比べ、食塩水を含んだ火山灰でより絶縁抵抗が小さくなりました。これにより、海岸付近など塩水の影響を受ける地域で降灰が生じると、がいしの絶縁性能が著しく低下する可能性があることが明らかになりました。絶縁性能が低下すると、加圧部とアースの間で電流が流れ、火災などの事故に至るリスクが高まることを意味します(図6)。以上の傾向は、がいしの種類に関わらずおおむね同様の結果となりました。

公的情報の活用

降灰に関する公的情報としては、自治体などが公表している火山ハザードマップ、火山防災マップや、気象庁が発表する降灰予報(定時・速報・詳細の3種)があげられます。このうち降灰予報(速報)は噴火後速やかに、また、降灰予報(詳細)は噴火後20~30分後に、噴火規模や当日の気象条件を考慮して発表される情報です。降灰予報(速報)および降灰予報(詳細)では、降灰量が少量、やや多量、多量の3つの区分で予想されます。この降灰予報の区分と、これまでに述べた実験結果を対応させると、図7のようになります。降灰予報で「多量」とされる範囲では、軌道回路の不短絡やがいしの

絶縁性能低下が生じるリスクがあると考えられます。一方、表示がない範囲(0.0001mm未満)では、軌道回路の不短絡やがいしの絶縁性能低下が生じるリスクは小さいと考えられます。ただし、降灰予報は数値計算に基づく予測情報であり、実際の降灰範囲や降灰厚さとは異なる可能性があることに留意する必要があります。

図7を踏まえると、例えば、表2に示したような公的情報の活用が考えられます。平常時は、火山ハザードマップに基づき、火山灰の影響が想定される範囲を把握しておくことが考えられます(図8(A))。これは、除灰用具の配備箇所の検討などに利用できると考えられます。また、火山ハザードマップに表示がある範囲に設置された踏切の位置など、注意を要する箇所を抽出するなどの活用が考えられます。噴火後には、降灰予報に基づき、降灰が予測される範囲を絞り込みます(図8(B))。そのうえで、目視による降灰状況の確認などを行います。この際、図7を参考に、火山灰の厚さを踏まえて鉄道で発生しうる事象をあらかじめ抽出し、対応を検討できると考えられます。

まとめ

降灰による鉄道の被災事例や対応事例を整理し、火山灰が軌道回路やがいしの絶縁性能に与える影響に焦点をあて、実験による検討を行いました。その結果、少量の降灰であっても影響が生じることがわかりました。また、これらの結果を踏まえ、公的情報を活用した降灰対策を提案しました。今後、実際の噴火時の火山灰の堆積状況などの知見を反映することで、より実際に即した降灰対策へ改善できると考えられます。RRR

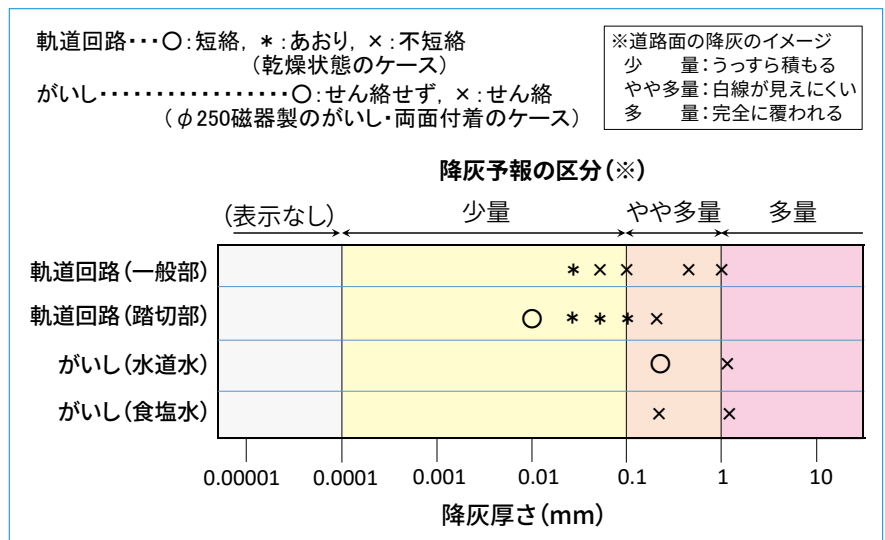


図7 気象予報の区分と試験結果の比較

表2 鉄道における降灰対策への公的情報の活用例

活用のタイミング	関連する公的情報	公表者	活用例
平常時	火山ハザードマップ	自治体など	火山灰の影響を受ける範囲の把握
			除灰用具の配備箇所の決定
			軌道回路やがいしの状況把握
噴火警戒時	噴火警戒レベル	気象庁	対策本部などの設置および連絡体制の確立
	降灰予報(定時)		除灰要員の手配および用具の準備
噴火後	降灰予報(速報, 詳細)	気象庁	設備点検
降灰後	降灰予報(詳細) 天気予報(降水量)	気象庁	レールの除灰範囲タイミングの決定
	降灰予報(詳細) 天気予報(降水量)		がいしの除灰範囲タイミングの決定

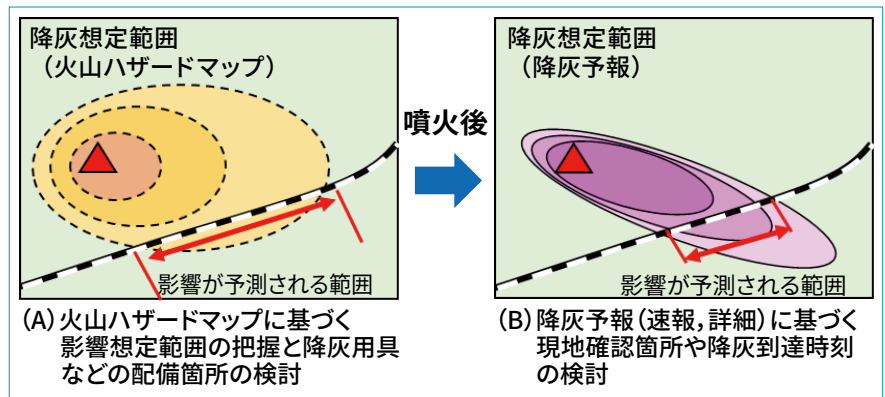


図8 噴火前と噴火後における公的情報の活用イメージ

文献

- 1) 浦越拓野, 西金佑一郎, 川越健: 火山活動による鉄道の被災・対策事例, 日本鉄道技術協会誌, Vol.59, No.6, pp.12-15, 2016